

关于自行火炮湿热环境试验条件的讨论

翟唤春, 赵鑫

(中国华阴兵器试验中心, 陕西 华阴 714200)

摘要: 在自行火炮靶场定型试验中, 湿热环境试验被习惯性地选为[35℃, 95% RH, 48 h 恒定]的试验条件提出了不同看法, 从湿热环境模拟试验机理、对试验标准的理解和火炮湿热环境一般性效应等几方面进行了分析, 提出了应采用 GJB 150A 或美军标 810F 推荐的“加速的交变的试验条件”来考核自行火炮环境适应性的观点。

关键词: 自行火炮; 环境试验; 湿热试验

中图分类号: V216.5+2 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)01-0066-04

On Damp Heat Environmental Test Condition for Self-propelled Artillery

ZHAI Huan-chun, ZHAO Xin

(Huayin Ordnance Test Center, Huayin 714200, China)

Abstract: In qualification test of self-propelled artillery, the test condition of damp heat test was defined as 35℃, 95% RH, 48 h, constant. A different viewpoint was put forward based on analysis of damp heat test mechanism, comprehension on test criteria, and general effect of damp heat environment on artillery. The viewpoint was introduced that the accelerating and alternating test condition recommended by GJB 150A or MIL-STD-810F should be applied to examine environmental worthiness of artillery.

Key words: self-propelled artillery; environmental test; damp heat test

在某型自行火炮靶场定型试验大纲中明确规定, 湿热环境模拟试验条件选为[35℃, 95% RH, 48 h 恒定], 依据来自于武器研制总要求和 GJB 5656-2006《自行火炮通用规范》中的规定“在温度为 30~35℃, 相对湿度不大于 95% 时, 自行火炮能正常工作”^[1]。笔者认为, 自行火炮靶场定型试验中湿热环境模拟试验条件据此确定为[35℃, 95% RH, 48 h 恒定]是不妥的, 显然把使用条件与试验条件混为一

谈了。从湿热环境模拟试验机理、对试验标准的理解和火炮湿热环境一般性效应等几方面进行分析, 应当采用 GJB 150A 或美军标 810F 推荐的“加速的交变的试验条件”考核自行火炮环境适应性。

1 自行火炮湿热环境效应

GJB 150A-2009《军用装备实验室环境试验方

收稿日期: 2010-06-17

作者简介: 翟唤春(1973—), 男, 陕西华阴人, 硕士, 高级工程师, 主要从事环境模拟试验工作。

法》和 MIL-STD-810F《环境工程考虑和实验室试验》中,列出了下列与潮湿相关的典型环境效应。

1) 表面效应,如:金属氧化/电化学腐蚀、加速化学反应、有机和无机表面覆盖层的化学或电化学破坏、表面水气和外来附着物相互作用产生的腐蚀层、摩擦系数的改变导致的粘结或粘附。

2) 材料性质的改变,包括因吸收效应产生的材料膨胀;其他性质变化,如物理强度降低、电气绝缘和隔热特性的改变、复合材料的分层、塑性或弹性的改变、吸湿材料性能降低、炸药和推进剂因吸湿而性能降低、光学元件图像传输质量降低、润滑剂性能降低。

3) 凝露和游离水产生的影响,如:电气短路、光学表面模糊、热传导特性变化。

自行火炮作为集机械、电子、光学、化学、材料等于一体的复杂装备,上述与潮湿相关的效应大多存在,而这些效应大多是长期才能显现的。

2 试验是加速的、交变的

2.1 试验机理决定了试验是加速的

文献[2]认为装备的环境效应可以分为快速显现的和逐渐显现的两类,不同的环境因素对装备的影响可以具备其中之一的特点,或者两者都不同程度具备。例如,低温对装备的影响是快速的,只要装备的温度达到稳定,相应的环境效应就显现出来了;高温与低温在引发快速效应方面的速度类似,但还具备使得装备长期处于热环境下逐渐老化的影响;振动既有快速影响装备结构和性能的作用,长时间作用也会引发装备结构疲劳。在设计环境模拟试验时,要根据试验目的,确定主要关注环境对装备的快效应还是慢效应,或者两者都要分别关注。

对于快效应,试验以模拟环境为主;对于慢效应,试验以模拟效应为主。模拟环境和模拟效应是环境模拟试验的两大思路。对于快效应,只要模拟出装备寿命期环境历程中的真实环境,就能考核和评价装备对环境的适应性;对于慢效应,由于装备的环境效应在真实环境下需要长时间才能逐步显现,因此使得靶场定型阶段用模拟真实环境的办法进行环境适应性评价实际上不可行,靶场定型试验中安

排的环境模拟试验只能是带有加速性质的、强化了环境条件的效应模拟试验,以期通过强化环境条件,在短时间内模拟装备实际中长期积累的环境效应,一定程度上达到了评价装备耐环境影响的能力的试验目的。

湿热环境对装备的影响主要体现为长期的环境效应,比如金属锈蚀;也可以体现为快速效应,比如电路板因凝露出现短路。因此,对于湿热环境模拟试验来说,主要应以模拟效应为主,试验条件至少和主要应包含带有加速性质的、强化了的环境条件,而非只模拟装备所经历的真实的湿热环境条件。GJB 150.7A-2009 和 MIL-STD-810F 中推荐的湿热试验条件都是带有加速性质的、强化了的环境条件,虽然其中[60℃, 95% RH]试验段在自然中不存在,在装备寿命期也不可能经历。

2.2 试验目的印证了试验是加速的

旨在模拟效应的环境模拟试验设计是环境模拟试验中的难点,在于确切地模拟出装备真实的效应。要确切模拟效应有两点必须把握:1)加速了的、强化了的环境条件下使装备产生的效应,其机理要与装备在真实环境下的效应机理一致,不能使装备产生不同于实际情况的破坏;2)在加速了的、强化了的环境条件下,使装备产生的效应要与装备在真实环境下的效应等效。其中,第1点容易保证,而第2点则很难保证。尽管在这方面已经做了大量的卓有成效的研究工作,但由于装备组成的复杂性、寿命期环境历程的复杂性,都使得真正的等效很难做到,确切的模拟效应尤其对于像自行火炮这样的复杂装备,在靶场定型阶段有限的时间和资源下几乎不可能。

正是由于这点,使得湿热环境模拟试验的试验目的只能用于“确定装备耐湿热大气影响的能力”^[3],“显示装备可能与湿热相关的潜在问题”^[3],而非评价环境对装备各种性能的影响,也就是不能用于真正意义上的环境适应性评价。要对这类慢效应作出评价,只能通过环境模拟试验、自然环境试验和使用环境试验综合作出结论。这一点就不同于那些针对快效应的环境模拟试验,例如低温试验的目的是用于“评价装备在贮存、工作和拆装操作期间,低温条件对装备的安全性、完整性和性能的影响”^[3],也就是对

装备环境适应性的评价。在某种意义上,如湿热环境模拟试验这样的针对慢效应的加速试验,更适合于研制阶段用于发现潜在质量问题以改进设计,或者在装备交付时用于合同符合性的验证。其它反映慢效应的加速模拟试验同样存在这样的问题,因此试验的应用具有很大的限制,只能是“产生有代表性的影响”^[2]、“诱发出一些长期效应的问题”^[2],但是在试验中出现的装备故障不一定表示在真实环境出现故障,反之,在试验中不出现装备故障,不一定表示在真实环境就不出现故障。

通过2.1和2.2分析可以看到,湿热环境模拟试验的机理决定了试验一般是加速的、强化的,也决定了试验目的和应用范围,而试验目的和应用范围则印证了试验一般是加速的、强化的这一结论。

2.3 试验机理决定了试验是交变的

GJB 150A列出了与潮湿相关的物理现象。

1) 凝露。水蒸气在温度低于周围空气露点的表面凝结的现象称为凝露。

2) 吸附。水分子在温度比露点高的表面粘附的现象称为吸附。

3) 吸收。水分子在材料内部的积聚称为吸收。吸收水汽的量部分取决于周围空气中水的含量,渗透的速度随温度的上升而提高。

4) 扩散。由于局部压力不同而造成的水分子在材料中的移动。

5) 呼吸。由于温度变化而引起的试件空腔内外空气的交换现象称为呼吸。呼吸作用通常会使试件空腔内产生凝露现象。

湿热交变试验引发的效应机理表现在:升温段和高温保温段初期空气温度高于试件,试件表面会出现凝露现象;在降温段和低温保温段初期空气温度低于试件,试件表面会出现吸附现象;吸收和扩散现象会在各个阶段出现;在升温段和高温保温段初期,以及降温段和低温保温段初期,由于试件空腔内的温度与外部空气温度不同会出现呼吸现象。湿热交变试验类似自然界温度湿度变化规律,对装备产生的效应与装备在实际情况下产生的效应类似。相比之下,恒定的湿热试验由于没有变温过程,凝露、吸附、呼吸现象不存在,相应的一些效应诱发不出来,试验结果与装备实际情况符合程度不如湿热交

变试验好。

3 相关标准试验条件分析

3.1 对通用规范中条文的分析

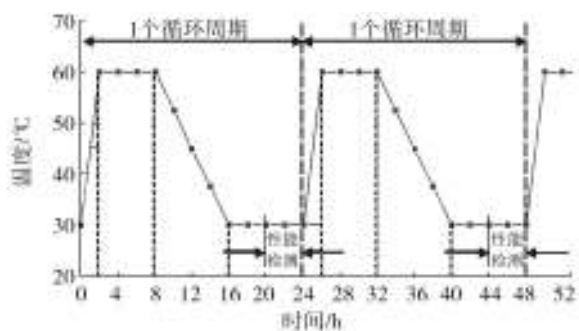
GJB 5656-2006《自行火炮通用规范》3.6节“环境适应性”^[1]中,对湿度规定为“在温度为30~35℃,相对湿度不大于95%时,自行火炮能正常工作”;对温度规定为“在-43~50℃的范围内能正常行驶和工作,在-43~70℃的范围内存放,不应出现自行火炮任何零件失效的现象”。这些都规定了自行火炮在特定环境下要能贮存和使用而不失效,反映了对装备的一种使用要求。同样在该章节中也对淋雨、砂尘、盐雾、霉菌、日光辐射进行了规定,但与对温度和湿度的规定表述方法不同,它们都采用了在按照GJB 150相应标准进行试验后应能正常工作的表述方法,反映了对装备的试验要求。可见,在同一章节中,不同的环境因素下,采用了使用要求和试验要求不同的表述,容易使人产生混乱。建议通用规范中对所有环境因素都统一采用试验条件进行表述,更加便于理解和操作。

对于湿度,使用要求为30~35℃时,相对湿度不大于95%,反映了装备在实际中将遇到的极端潮湿环境。但装备的潮湿效应是长期积累的,如前所述,这种情况应当采用加速的试验条件,才能一定程度地确定装备耐湿热大气影响的能力,而不能简单地采用使用条件作为试验条件。对于温度,由于温度的主要效应是快速的,因此可以把使用条件作为试验条件。

3.2 对GJB 150A推荐的试验条件分析

GJB 150A和MIL-STD-810F在试验方法上是基本等效的。两者相应的湿度试验方法基本一致,都提倡剪裁,都只给出了一个推荐的试验程序,但程序略有不同。图1是GJB 150A推荐的湿热循环控制图。图2是810F中推荐的湿热循环控制图^[4]。

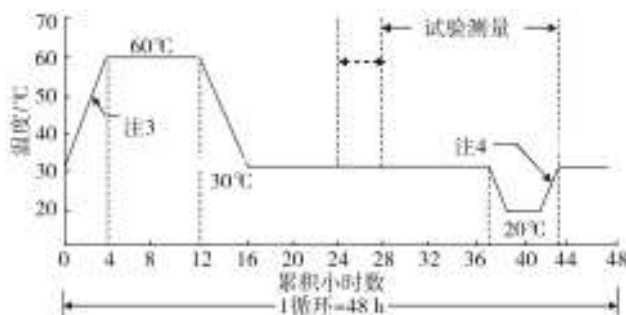
GJB 150A的湿热试验方法指出:“试验以24h为1个循环周期,至少进行10个周期。一般10个周期足以展现湿热环境对大多数装备的潜在影响。为了使湿热试验结果更真实地反映装备耐湿热环境的能



注:1个循环周期为24 h。除了在温度下降期间相对湿度可以降至85%外,在其他所有时间内相对湿度应保持在 $95\% \pm 5\%$ 。

图1 GJB 150A推荐的湿热循环控制图

Fig. 1 Damp heat loop control chart of GJB 150A



- 注:1.在温度变化期间,使用的容差不能大于3℃。
2.除了降温阶段相对湿度最低可降至85%以外,在全部试验时间内相对湿度要保持在 $95\% \pm 4\%$ 。
3.在30~60℃之间采用的温度变化率不小于8℃/h。
4.在曲线升温段,采用的温度变化率不小于10℃/h。

图2 美军标810F推荐的湿热循环控制图

Fig. 2 Damp heat loop control chart of MIL-STD-810F

力,可按有关文件的规定,延长试验持续时间”^[3],同时指出:“虽然温度为60℃和相对湿度为95%的综合在

自然环境中不会出现,但该温度和相对湿度量值的综合能发现装备有潜在问题的部位”^[3]。MIL-STD-810F湿度试验方法与GJB 150A相比,除了试验程序是48 h为1个循环周期、至少进行5个周期、增加了20℃试验段、升降温速率不同外,其它论述是相同的。

由以上论述可以看出,GJB 150A和MIL-STD-810F的湿热试验是基本一致的,都采用加速的强化的试验条件,都只提供了一个试验程序,都认为60℃和相对湿度95%的综合是有效的,都认为至少试验10个昼夜,试验可以延长但10个昼夜一般是有效的。同时,60℃的试验温度都没有超过自行火炮-43~70℃的存放温度,不会出现温度失效机理发生改变的问题。检测时间都设在30℃和95% RH的试验段,符合自行火炮在湿度环境下的使用要求,温度也在要求的工作温度范围内。因此,对自行火炮而言,可以也应当选用GJB 150A和MIL-STD-810F中推荐的试验程序和试验条件,同等条件优先选用GJB 150A。

4 结语

自行火炮采用[35℃, 95% RH, 48 h 恒定]的湿热试验条件是不妥的,存在把使用条件混淆为试验条件的问题。湿热试验的机理、效应机理和自行火炮装备特点决定了自行火炮的湿热试验应采用GJB 150A和MIL-STD-810F推荐的加速的和交变的试验程序。

参考文献:

- [1] GJB 5656-2006,自行火炮通用规范[S].
- [2] 祝耀昌. 产品环境工程概论[M]. 北京:航空工业出版社, 2003.
- [3] GJB 150. 7A-2009,军用装备实验室环境试验方法[S].
- [4] MIL-STD-810F,环境工程考虑和实验室试验[S].

(上接第56页)

的阻挡作用在初期表现得更为明显。

参考文献:

- [1] 安百刚,张学元,韩恩厚,等. 铝和铝合金的大气腐蚀研究现状[J]. 中国有色金属学报,2001,11(2):11—15
- [2] 马腾,王振尧,韩薇,等. 铝和铝合金的大气腐蚀[J]. 腐蚀

科学与防护技术,2004,16(3):155—161

- [3] 张全成,吴建生,郑文龙,等. 周浸加速循环腐蚀试验中耐候钢锈层的电化学特征[J]. 机械工程材料,2002,26(8):22—24.
- [4] 刘丽宏,刘明,李晓刚. 干湿交替周浸模拟加速试验装置的建立[J]. 全面腐蚀控制,2006,20(6):4—6.